

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04012148 A**

(43) Date of publication of application: **16.01.92**

(51) Int. Cl. **F02D 41/04**  
**F02D 41/10**

(21) Application number: **02113814**

(22) Date of filing: **27.04.90**

(71) Applicant: **FUJI HEAVY IND LTD**

(72) Inventor: **HOSAKA HIROSHI**

(54) **FUEL INJECTION CONTROLLER OF ENGINE**

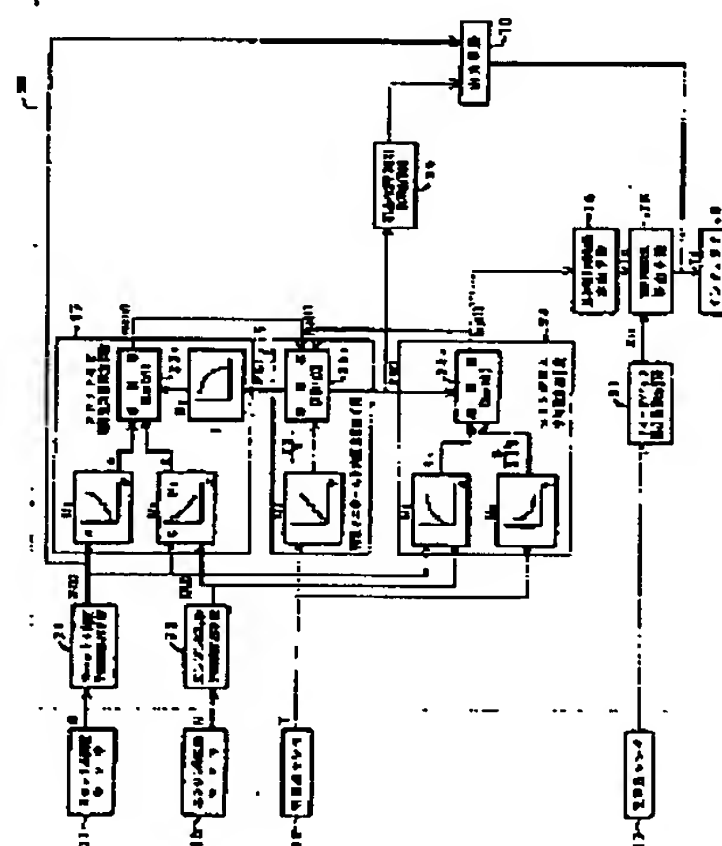
(57) Abstract:

PURPOSE: To improve air-fuel ratio control accuracy so as to match an air quantity with to a real cylinder intake air quantity at an early stage during transient time by performing calculation adding a delay of stroke according to air quantity calculation method, in a control system which determines a fuel injection quantity by calculating a cylinder flow in air quantity in response to an engine operation condition.

CONSTITUTION: There are inputted respective sensor signal of an engine speed sensor 10, a throttle opening sensor 11, an intake temperature sensor 12 and an air-fuel ratio sensor 13. In a control unit 20, a throttle opening prediction value is calculated by using present and previous throttle opening values, a delay time of stroke, sampling time at the transient time by a throttle opening prediction value calculation means 21 during a transient time. The engine speed prediction value is calculated in the same way by the engine speed prediction value calculation means 22 also for engine speed N of an engine speed sensor 10. During the transient time, pressure inside an intake manifold is predicted by the throttle opening predicting value and the engine speed prediction value, and a cylinder

flow-in air quantity is estimated and calculated and also a fuel injection quantity is calculated by the prediction value of the pressure in the intake manifold.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-12148

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

F 02 D 41/04  
41/10

識別記号

3 3 0 B  
3 3 0 Z

庁内整理番号

9039-3G  
9039-3G

⑭ 公開 平成4年(1992)1月16日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑮ 発明の名称 エンジンの燃料噴射制御装置

⑯ 特 願 平2-113814

⑰ 出 願 平2(1990)4月27日

⑱ 発 明 者 保 坂 浩 東京都三鷹市大沢3丁目9番6号 株式会社スバル研究所  
内

⑲ 出 願 人 富士重工業株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目7番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 小橋 信淳 外1名

#### 明 細 書

1. 発明の名称 エンジンの燃料噴射制御装置

2. 特許請求の範囲

(1) スロットル開度、エンジン回転数、吸気温によりスロットル弁通過空気量、吸気マニホールド内圧力を算出し、吸気マニホールド内圧力に基づきシリンダ流入空気量を推定して燃料噴射量を決定する制御系において、

空気量算出時に所定の遅れ時間を設定し、遅れ時間先を予測してスロットル開度予測値とエンジン回転数予測値とを算出する手段を有し、

過渡時には、スロットル開度予測値とエンジン回転数予測値とで吸気マニホールド内圧力を予測し、かつ吸気マニホールド内圧力の予測値によりシリンダ流入空気量を推定算出することを特徴とするエンジンの燃料噴射制御装置。

(2) 加速初期には、吸気マニホールド内圧力変化量に基づき割込み燃料噴射量を定めることを特徴とする請求項(1)記載のエンジンの燃料噴射制御装置。

#### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、車両エンジンにおいてスロットル開度、エンジン回転数等により吸入空気量を推定して燃料噴射量を定めるDジェトロ式の燃料噴射制御装置に関し、詳しくは、過渡時の空燃比制御精度の向上対策に関する。

(従来の技術)

エンジンの燃料噴射制御系として、スロットル開度、エンジン回転数により吸入空気量を推定する方法が既に提案されており、この方式によると、過渡時に特にスロットル開度が増加すると、吸入空気量の変化を予測して早目に燃料噴射量も変化する。従って、過渡時の燃料の対応が迅速化して応答性に優れている。

ところで、過渡時にスロットル開度が増加する場合に、実際にシリンダに流入する空気量(実筒内吸気量)には遅れが生じる。このため、上述のようにスロットル開度の変化量に基づいて燃料噴射量を決定すると、加速時には燃料噴射量の増量

が実筒内吸気量の増大より早過ぎて空燃比がリッチ化し、減速時には燃料噴射量の減量が同様に生じて空燃比のリーン化を招く。このため、過渡時対策として上記実筒内吸気量の遅れを加味して燃料噴射量を決定することが必要になる。

そこで従来、上記燃料噴射制御に関しては、例えば特開昭60-43135号公報の先行技術がある。ここで、スロットル開度が増減する場合の空気流量が一次遅れの関係になることを利用し、燃料噴射量も一次遅れを持たせて徐々に増減するように算出することが示されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、上記先行技術のものにあつては、過渡時の吸気量の一次遅れの特性を参照して燃料噴射量もそれに類似して変化することから、空燃比の大きな変動は防ぐことはできる。しかし、実際の吸気量の変化は一義的に定まらないので、吸気量に対し燃料噴射量は常に適正化し難く、空燃比制御の精度は低い等の問題がある。

本発明は、かかる点に鑑みてなされたもので、

上記構成に基づき、スロットル開度、エンジン回転数等によりシリンダ流入空気量が算出推定されるが、この場合に過渡時の実筒内吸気量に対するシリンダ流入空気量算出の遅れに対して遅れ時間が予め設定され、この遅れ時間先を予測したスロットル開度予測値とエンジン回転数予測値とで種々の算出が行われる。そこで、遅れ時間後のシリンダ流入空気量は遅れを補償するように算出されて、早期に実筒内吸気量と一致し、過渡時の空燃比を高い精度で一定制御するようになる。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

先ず、第2図の吸気系モデルにより本発明の燃料噴射制御の基本原理について述べる。エンジン本体1の吸気系はスロットル弁2を有するスロットルボデー3が設けられ、このスロットルボデー3が吸気マニホールド4を介して吸気弁5を有する吸気ポート6に連通し、吸気弁5が開くことでシリンダ7に吸気する。一方、制御ユニット20は、

その目的とするところは、スロットル開度、エンジン回転数等により燃料噴射量を定める方式において、過渡時の燃料噴射量を最適化して空燃比制御精度を向上することが可能なエンジンの燃料噴射制御装置を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するため、本発明のエンジンの燃料噴射制御装置は、スロットル開度、エンジン回転数、吸気温によりスロットル弁通過空気量、吸気マニホールド内圧力を算出し、吸気マニホールド内圧力に基づきシリンダ流入空気量を推定して燃料噴射量を決定する制御系において、空気量算出時に所定の遅れ時間を設定し、遅れ時間先を予測してスロットル開度予測値とエンジン回転数予測値とを算出する手段を有し、過渡時には、スロットル開度予測値とエンジン回転数予測値とで吸気マニホールド内圧力を予測し、かつ吸気マニホールド内圧力の予測値によりシリンダ流入空気量を推定算出するものである。

〔作用〕

スロットル開度、エンジン回転数等により各運転条件に応じた吸気量を推定し、この吸気量に対応する燃料噴射量を算出しており、この噴射信号がインジェクタ8に出力して燃料噴射するようになっている。

今、大気圧を $P_a$ 、大気圧密度を $\rho_a$ 、実筒内吸入空気量を $M_{ap}$ 、スロットル弁通過空気量を $M_{at}$ 、吸気マニホールド内圧力を $P$ 、吸気マニホールド容積を $V$ 、吸気温を $T$ 、吸気マニホールド内空気量を $M$ とすると、

$$\text{空気の保存式は } dM/dt = M_{at} - M_{ap} \quad \dots (1)$$

$$\text{状態方程式は } P V = M R T \quad \dots (2)$$

実筒内吸入空気量 $M_{ap}$ は

$$M_{ap} = (N \cdot D / 2 R T) \cdot \eta_v \cdot P \quad \dots (3)$$

スロットル弁通過空気量 $M_{at}$ は

$$M_{at} = C \cdot A \cdot \phi \cdot \sqrt{P_a \cdot \rho_a} \quad \dots (4)$$

但し、 $P / P_a > \{2 / (k+1)\}^{1/(k-1)}$  のとき、

$$\phi = \sqrt{2 g k / (k-1) [(P / P_a)^{2/(k-1)} - (P / P_a)^{(k+1)/(k-1)}]}$$

$P / P_a < \{2 / (k+1)\}^{1/(k-1)}$  のとき、

$$\phi = \sqrt{2 g k / (k-1) \{2 / (k+1)\}^{1/(k-1)}}$$

この場合、 $N$  : エンジン回転数、 $D$  : 排気量、 $\eta_v$  : 体積効率、 $C$  : 流量係数、 $R$  : ガス定数、 $k$  : 比熱比、 $g$  : 重力加速度、 $A$  : 空気通過面積  
 なお、体積効率  $\eta_v$ 、流量係数  $C$  および空気通過面積  $A$  は、それぞれスロットル開度  $\alpha$  の関数として表わされる。

更に、(1) 式と(2) 式とから、

$$dP/dt = (RT/V) \cdot (Mat - Map) \quad \dots (5)$$

となり、(5) 式を離散化してまとめると以下のようになる。

$$P(k+1) = P(k) + (RT/V) \cdot (Mat(k) - Map(k)) \quad \dots (6)$$

従って、実筒内吸入空気量  $Map$  は、(6) 式の吸気マニホールド内圧力  $P(k+1)$  を(3) 式に代入して得られることがわかる。

ここで、加速時の実際の吸気量変化状態について述べると、スロットル開度  $\alpha$  が第4図(a) のように変化してスロットル弁通過空気量  $Mat$  が増大しても、吸気マニホールド容積等の影響によりシリンダの流入空気量、即ち実筒内吸入空気量  $Map$

は第4図(c) のように遅れて増大することになる。

また、実筒内吸入空気量  $Map$  の算出法について述べると、上述の(6) 式で示すように、スロットル弁通過空気量  $Mat$  と実筒内吸入空気量  $Map$  との偏差  $\Delta M$  に基づいて吸気マニホールド内圧力  $P$  を算出している。従って、スロットル開度  $\alpha$  の変化により流量係数  $C$ 、空気通過面積  $A$  等が変化して更にスロットル弁通過空気量  $Mat$  が変化した時点で、吸気マニホールド内圧力  $P$  の値も変化して実筒内吸入空気量  $Map$  の増大が算出される。従って、実筒内吸入空気量  $Map$  に対して計算される吸気量、即ち燃料噴射量決定時の空気量は、第4図(c) の計算空気量  $M$  のように  $\Delta M$  の分だけ少なくなる。即ち、実筒内吸入空気量  $Map$  に対し、計算空気量  $M$  との間には所定の位相ずれ（以下行程遅れ時間  $T_d$  と称する）が存在し、これに基づいて加速時の空燃比がリーニ化することがわかる。

そこで、かかる行程遅れ時間  $T_d$  を補償するには、行程遅れ時間  $T_d$  の分だけ先のスロットル開度、エンジン回転数を予測し、この予測値に基づ

いてシリンダ流入空気量  $Map(k)$  を算出すれば良いことになる。一般に今回の値  $S(k)$ 、前回の値  $S(k-1)$ 、サンプル時間  $\Delta t$ 、行程遅れ時間  $T_d$  とすると、予測値  $\hat{S}(k)$  は以下のように示される。

$$\hat{S}(k) = S(k) + (T_d/\Delta t) (S(k) - S(k-1))$$

従って、スロットル開度  $\alpha$  の予測値  $\hat{\alpha}(k)$ 、エンジン回転数  $N$  の予測値  $\hat{N}(k)$  は以下のように算出される。

$$\hat{\alpha}(k) = \alpha(k) + (T_d/\Delta t) (\alpha(k) - \alpha(k-1)) \quad \dots (7)$$

$$\hat{N}(k) = N(k) + (T_d/\Delta t) (N(k) - N(k-1)) \quad \dots (8)$$

そこでかかるスロットル開度  $\alpha$  の予測値  $\hat{\alpha}(k)$ 、エンジン回転数  $N$  の予測値  $\hat{N}(k)$  により、吸気マニホールド内圧力  $P(k+1)$  を求めてシリンダ流入空気量  $Map(k)$  を算出することで、計算によりシリンダ流入空気量は第4図(c) の  $M'$  のようになり、実筒内吸入空気量  $Map$  と早期に一致することがわかる。

ところで、実筒内吸入空気量  $Map$  とシリンダ流

入空気量  $M'$  の初期の斜線の領域は、上述の予測計算でも補償することができないで残る。このため、スロットル開度  $\alpha$  の変化量  $\Delta \alpha$  で加速を判断し、吸気マニホールド内圧力  $P$  の変化量  $\Delta P$  により割込み燃料噴射量  $T_{i0}$  を以下のように算出する。

$$T_{i0} = K \cdot \Delta P \quad (K : \text{定数}) \quad \dots (9)$$

そして加速初期に割込み燃料噴射することで、この領域も補償するのであり、こうして加速等の過渡時の全域で空燃比を最適制御し得ることになる。

第1図において、上述の基本原理による燃料噴射制御装置の電子制御系について述べる。

先ず、エンジン回転数センサ10、スロットル開度センサ11、吸気温センサ12、および空燃比センサ13を有し、これらのセンサ信号が制御ユニット20に入力する。

制御ユニット20は、スロットル開度センサ11のスロットル開度  $\alpha$  が入力するスロットル開度予測値算出手段21を有し、定常時は今回の値  $\alpha(k)$  と等しい予測値  $\hat{\alpha}(k)$  を出力する。また過渡時は今

回と前回の値  $\alpha(k)$ 、 $\alpha(k-1)$ 、行程遅れ時間  $T_d$ 、サンプル時間  $\Delta t$  を用い、上記(7)式に基づいてスロットル開度予測値  $\hat{\alpha}(k)$  を算出する。また、エンジン回転数センサ10のエンジン回転数  $N$  もエンジン回転数予測値算出手段22に入力し、同様にしてエンジン回転数予測値  $\hat{N}(k)$  を算出する。

スロットル開度予測値  $\hat{\alpha}(k)$  はスロットル弁通過空気量算出手段23に入力し、マップ  $M_1$  によりスロットル開度予測値  $\hat{\alpha}(k)$  に応じた空気通過面積  $A$  を求め、マップ  $M_2$  によりスロットル開度予測値  $\hat{\alpha}(k)$  に応じた流量係数  $C$  を求める。また、マップ  $M_3$  により吸気マニホールド内圧力  $P(k)$  に応じた係数  $\phi$  を求め、これらの空気通過面積  $A$ 、流量係数  $C$ 、係数  $\phi$  および大気圧  $P_a$ 、大気圧密度  $\rho_a$  により、演算部23aで上記(4)式に基づいてスロットル弁通過空気量  $M_{at}(k)$  を算出する。スロットル開度予測値  $\hat{\alpha}(k)$ 、エンジン回転数予測値  $\hat{N}(k)$  および吸気温度センサ12の吸気温度  $T$  はシリンダ流入空気量算出手段24へ入力し、マップ  $M_5$  によりスロットル開度予測値  $\hat{\alpha}(k)$  とエンジン回

転数予測値  $\hat{N}(k)$  とに応じた体積効率  $\eta_v$  を求め、マップ  $M_6$  により吸気温度  $T$  に応じた係数  $(D/2RT)$  を求める。これらの体積効率  $\eta_v$ 、係数  $(D/2RT)$ 、エンジン回転数予測値  $\hat{N}(k)$ 、および吸気マニホールド内圧力  $P(k)$  は演算部24aに入力し、上記(3)式に基づいてシリンダ流入空気量  $M_{ap}(k)$  を算出する。

また、スロットル弁通過空気量  $M_{at}(k)$ 、シリンダ流入空気量  $M_{ap}(k)$ 、吸気温度  $T$  は吸気マニホールド内圧力算出手段25に入力し、マップ  $M_4$  により吸気温度  $T$  に応じた係数  $(RT/V)$  を求め、演算部25aでスロットル弁通過空気量  $M_{at}(k)$ 、シリンダ流入空気量  $M_{ap}(k)$ 、および係数  $(RT/V)$  により上記(5)式に基づいて吸気マニホールド内圧力  $P(k)$  を算出する。また、吸気マニホールド内圧力  $P(k)$  により上記(6)式に基づいて吸気マニホールド内圧力  $P(k+1)$  を算出するのであり、この吸気マニホールド内圧力  $P(k+1)$  はシリンダ流入空気量算出手段24に入力し、吸気マニホールド内圧力  $P(k+1)$  に応じたシリンダ流入空気量  $M_{ap}$

$(k)$  を算出し、このシリンダ流入空気量  $M_{ap}(k)$  が基本燃料噴射量算出手段26に入力する。

基本燃料噴射量算出手段26はシリンダ流入空気量  $M_{ap}(k)$  と理論空燃比  $[A/F]_r$  とにより基本燃料噴射量  $T_p$  を、

$$T_p = K \cdot M_{ap}(k) / [A/F]_r$$

により算出する。

一方、空燃比センサ13の空燃比  $A/F$  はフィードバック補正量算出手段27に入力し、空燃比  $A/F$  に応じたフィードバック補正量  $K_{FB}$  を設定するのであり、基本燃料噴射量  $T_p$ 、フィードバック補正量  $K_{FB}$  は燃料噴射量算出手段28に入力し、燃料噴射パルス幅  $T_i$  を、

$$T_i = T_p \cdot K_{FB}$$

により決定する。そして燃料噴射パルス幅  $T_i$  に応じた噴射信号を、インジェクタ8に出力するようになっている。

続いて、割込み燃料噴射制御系について述べると、吸気マニホールド内圧力算出手段25からの吸気マニホールド内圧力変化量  $\Delta P$  が入力する割込

み燃料噴射量算出手段29を有する。そして割込み燃料噴射量  $T_{i0}$  を、吸気マニホールド内圧力変化量  $\Delta P$  に応じて

$$T_{i0} = K \cdot \Delta P$$

で求める。割込み燃料噴射量  $T_{i0}$  に応じた噴射信号は、出力手段30でスロットル開度予測値算出手段21からのスロットル開度変化量  $\Delta \alpha$  により加速と判断されると、その初期にのみ全気筒のインジェクタ8に同様に出力するように構成される。

次いで、かかる構成の燃料噴射制御装置の作用を、第3図のフローチャートと第4図のタイムチャートとを用いて述べる。

まず、エンジン運転時に第3図(a)のフローチャートが実行され、スロットル開度センサ11、エンジン回転数センサ10のスロットル開度  $\alpha$ 、エンジン回転数  $N$  に対し、制御ユニット20のスロットル開度予測値算出手段21、エンジン回転数予測値算出手段22でスロットル開度予測値  $\hat{\alpha}(k)$ 、エンジン回転数予測値  $\hat{N}(k)$  が算出される。そこで、定常時には関係無いが、第4図のような加速時には



行程遅れ時間 $T_d$ を予め加味して予測したスロットル開度予測値 $\hat{\alpha}(k)$ 、エンジン回転数予測値 $\hat{\omega}(k)$ が、第4図(a)、(b)のように多目に算出される。そしてスロットル開度予測値 $\hat{\alpha}(k)$ 、エンジン回転数予測値 $\hat{\omega}(k)$ によりスロットル弁通過空気量算出手段23で空気通過面積 $A$ 、流量係数 $C$ が設定されることで、スロットル弁通過空気量 $Mat(k)$ も多目の値になる。

一方、シリンダ流入空気量 $Map(k)$ は、シリンダ流入空気量算出手段24で予測前の吸気マニホールド内圧力 $P(k)$ 等により算出されることで、 $\{Mat(k) - Map(k)\}$ の値は比較的大きいものになり、これに伴い吸気マニホールド内圧力変化量 $\Delta P$ も多目の値になる。そして加速初期には第3図(b)のルーチンが実行され、この吸気マニホールド内圧力変化量 $\Delta P$ に応じた割込み燃料噴射量 $T_i$ が算出され、第4図(d)のように燃料噴射する。このため一時的に燃料が増量して、加速初期の実筒内吸入空気量 $Map$ が立上る際の空燃比が補償される。

期に対応したものになる。

以上、本発明の実施例について述べたが、これのみに限定されない。また、水温等の補正は割込み燃料噴射にも行うことで効果が増す。

#### [発明の効果]

以上述べてきたように、本発明によれば、

スロットル開度、エンジン回転数等によりシリンダ流入空気量を算出して燃料噴射量を決定する制御系において、空気量算出方法に伴う行程遅れを予め加味して算出するので、過渡時に実筒内吸入空気量に対し計算により空気量が早期に一致して空燃比制御精度を向上し得る。

さらに、スロットル開度、エンジン回転数に対し行程遅れを見込んだ予測値を算出する方法であるから、制御し易く、実筒内吸入空気量と計算による空気量との収束性も良い。

さらにまた、加速初期には更に割込み燃料噴射するので、実筒内吸入空気量の立上り時における空燃比も補償されて効果が大きい。

#### 4. 図面の簡単な説明

また、 $\{Mat(k) - Map(k)\}$ の値と共に、吸気マニホールド内圧力 $P(k+1)$ 、およびシリンダ流入空気量 $Map(k)$ の値は多目になることで、行程遅れ時間 $T_d$ が経過した以降の計算によるシリンダ流入空気量 $Map(k)$ の値は、第4図(c)の $M'$ のように急増する。そして実筒内吸入空気量 $Map$ に対し、計算によるシリンダ流入空気量 $Map(k)$ の値は、早期に一致するようになり、シリンダ流入空気量 $Map(k)$ に対応したものになる。これにより、実筒内吸入空気量 $Map$ が急増する場合に、インジェクタ8からの燃料噴射量も第4図(d)のように実筒内吸入空気量 $Map$ に対応して行程遅れ時間 $T_d$ を補償するように増加制御される。

こうして加速時には、初期に割込み燃料噴射され、次いで行程遅れ時間 $T_d$ を見込んで燃料噴射量が急増制御されることで、空燃比は高い制御精度で一定に保持される。一方、減速時には、上述と逆に行程遅れ時間 $T_d$ を予め加味してシリンダ流入空気量 $Map(k)$ が少な目に算出され、燃料噴射パルス幅 $T_i$ が実筒内吸入空気量 $Map$ に対し早

第1図は本発明のエンジンの燃料噴射制御装置の実施例を示す電子制御系のブロック図、

第2図はエンジン吸気系の略図、

第3図(a)、(b)は燃料噴射制御の作用を示すフローチャート、

第4図は加速時の燃料噴射制御の噴射パルス状態を示すタイムチャートである。

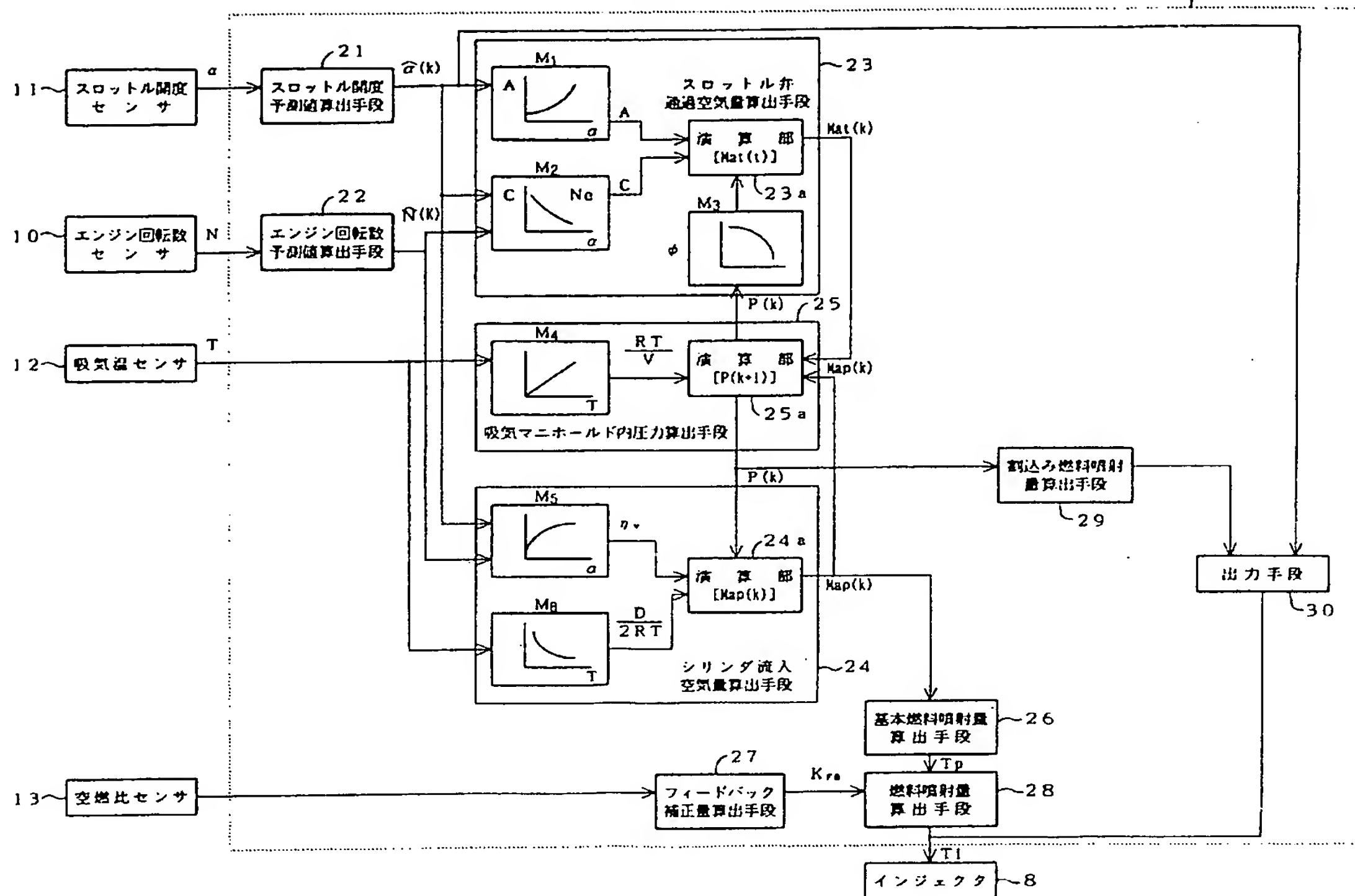
8…インジェクタ、20…制御ユニット、21…スロットル開度予測値算出手段、22…エンジン回転数予測値算出手段、23…スロットル弁通過空気量算出手段、24…シリンダ流入空気量算出手段、25…吸気マニホールド内圧力算出手段、29…割込み燃料噴射量算出手段、30…出力手段

特許出願人 富士重工業株式会社

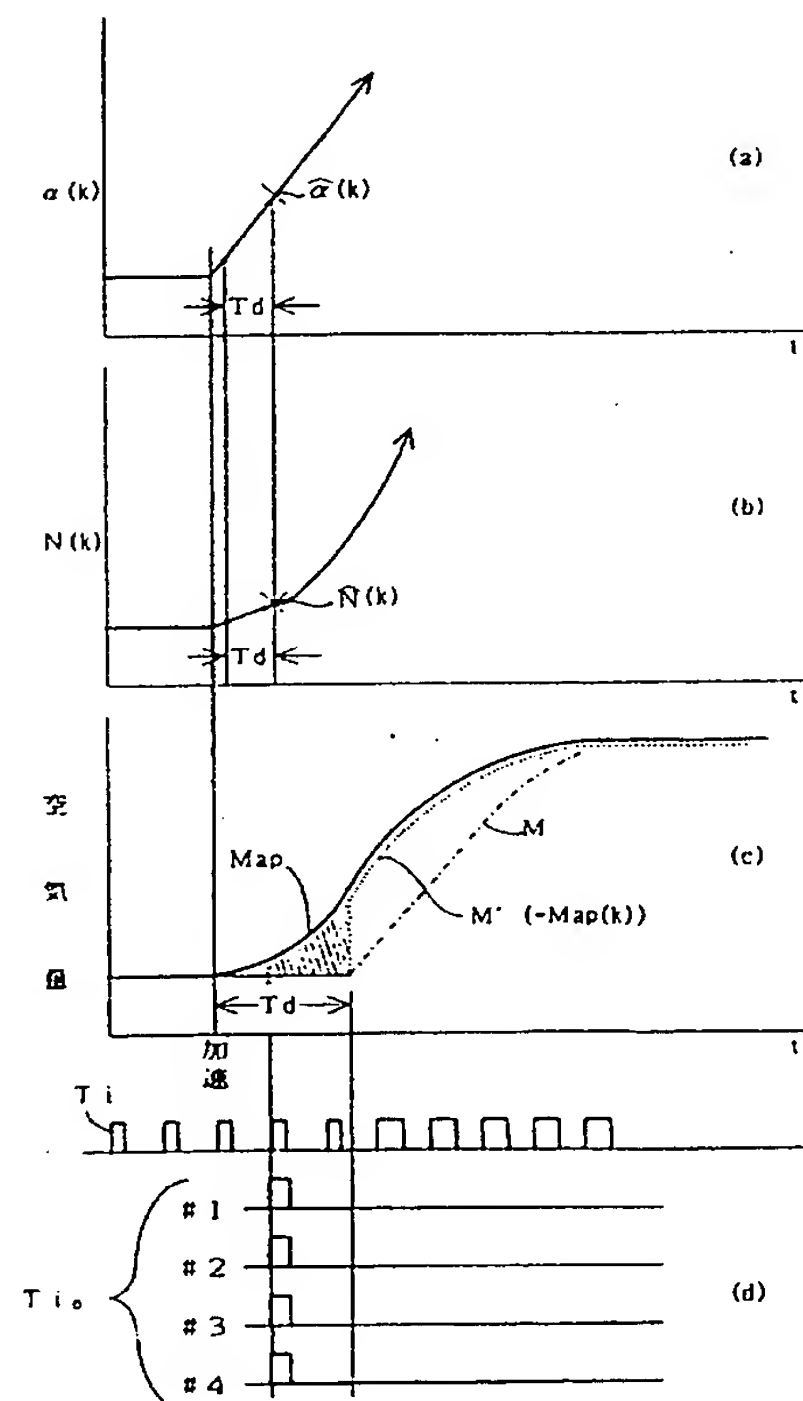
代理人 弁理士 小橋 信 淳

同 弁理士 小 倉 直

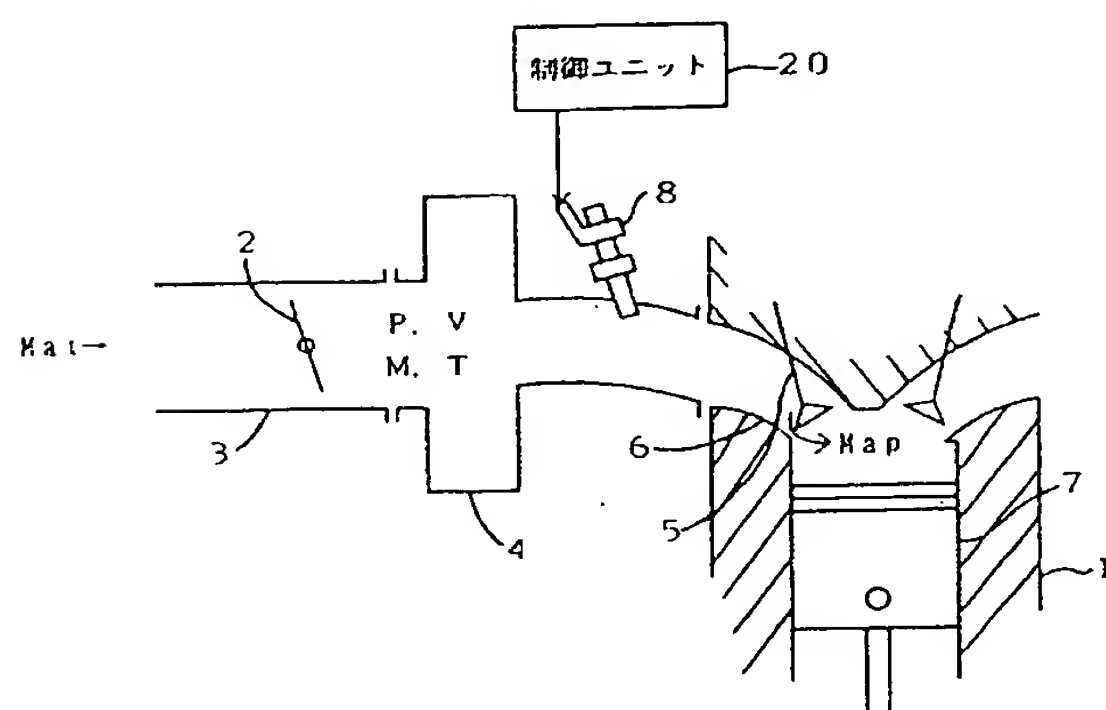
第 1 図



第 4 図



第 2 図



第 3 図

